

УДК 639.222.2

DOI 10.23683/0321-3005-2018-4-86-91

ВЛИЯНИЕ СОЛЕННОСТИ И ВОДНОГО СТОКА НА РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ЧЕРНОМОРСКО-АЗОВСКОЙ ПРОХОДНОЙ СЕЛЬДИ В АЗОВСКОМ МОРЕ*

© 2018 г. И.Д. Кузнецова^{1,2}, Ю.А. Федоров¹

¹Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия,
Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Ростов-на-Дону, Россия

INFLUENCE OF SALT AND WATER STOCK ON THE DISTRIBUTION OF THE BLACK SEA-AZOV PASSING HERRING IN THE AZOV SEA

I.D. Kuznecova^{1,2}, Yu.A. Fedorov¹

¹Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia,
Azov Scientific-Research Institute of Fisheries, Rostov-on-Don, Russia

Кузнецова Инна Дмитриевна – аспирант, кафедра физической географии, экологии и охраны природы, Институт наук о Земле, Южный федеральный университет, ул. Зорге, 40, г. Ростов-на-Дону, 344090, Россия; младший научный сотрудник, лаборатория проходных и полупроходных рыб, Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, ул. Береговая, 21в, г. Ростов-на-Дону, 344002, Россия, e-mail: kuznecovainna1811@yandex.ru

Inna D. Kuznecova – Postgraduate, Department of Physical Geography, Ecology and Environment Protection, Institute of Earth Sciences, Southern Federal University, Zorge St., 40, Rostov-on-Don, 344090, Russia; Junior Researcher, Laboratory of Pass-Through and Semi-Pass Fish, Azov Scientific Research Institute of Fisheries, Beregovaya St., 21v, Rostov-on-Don, 344002, Russia, E-mail: kuznecovainna1811@yandex.ru

Федоров Юрий Александрович – доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий кафедрой физической географии, экологии и охраны природы, Институт наук о Земле, Южный федеральный университет, ул. Зорге, 40, г. Ростов-на-Дону, 344090, Россия, e-mail: fedorov@sfedu.ru

Yuriy A. Fedorov - Doctor of Geography, Professor, Main Researcher, Head of the Department of Physical Geography, Ecology and Environment Protection, Institute of Earth Sciences, Southern Federal University, Zorge St., 40, Rostov-on-Don, 344090, Russia, e-mail: fedorov@sfedu.ru

Черноморско-азовская проходная сельдь *Alosa immaculate* (Bennett, 1836) является одним из древних представителей ихтиофауны Азовского моря и до настоящего времени играет важную роль в отечественном промысле. Численность сельди и ее уловы на протяжении всего развития промысла претерпевают ярко выраженные годовые и многолетние колебания под воздействием природных и антропогенных факторов, в частности осолонения Азовского моря и Таганрогского залива. Основным фактором, определяющим формирование режима солёности Азовского моря, является материковый сток (его объем и внутригодовое распределение). Солёность Таганрогского залива и юго-восточных прибрежных районов находится под существенным влиянием стока рек Дон и Кубань, а южный предпроливный район испытывает значительное воздействие черноморских вод. Повышение годовых объемов материкового стока способствовало снижению солёности Азовского моря или стабилизации ее значений, а в условиях снижения материкового стока отмечался рост солёности. Это обстоятельство подтверждается и выраженной асинхронностью колебаний среднегодовых значений солёности и стока. В данной статье авторами рассмотрено изменение распределения черноморско-азовской проходной сельди под воздействием осолонения Азовского моря.

Ключевые слова: черноморско-азовская проходная сельдь, среда обитания, период миграции, осолонение, динамика численности, район нагула, плотность распределения, эффективность размножения.

The Black Sea-Azov passage herring is one of the most ancient representatives of the ichthyofauna of the Azov Sea and up to the present time plays an important role in the domestic industry. The number of herrings and their catches throughout the development of the fishery undergo pronounced annual and perennial fluctuations under the influence of natural and anthropogenic factors in particular, the salinization of the Azov Sea and the Taganrog Gulf. The main factor determining the formation of the salinity regime of the Azov Sea is the continental runoff (its volume and intra-annual distribution). The salinity of the Taganrog Gulf and the southeastern coastal regions is under the significant influence of the runoff of the Don and Kuban rivers, and the southern before the strait area experiences a significant impact of the Black Sea waters. An increase in the annual volume of continental runoff contributed to a decrease in the salinity of the Sea of Azov or the stabilization of its values, and in the condi-

* Работа выполнена при поддержке гранта № ВнГр – 5.5795.2017/8.9.

tions of a decrease in the continental runoff salinity growth was noted. This circumstance is also confirmed by the pronounced asynchrony of fluctuations in the mean annual values of salinity and runoff. In this article the author considers the change in the distribution of the Black Sea-Azov passage herring under the influence of salting of the Azov Sea.

Keywords: Black Sea-Azov passing herring, habitat, migration period, salinity, population dynamics, feeding area, distribution density, reproduction efficiency.

Введение

Показателем условий обитания в море проходных форм рыб, темпа их роста и созревания является такой интегральный показатель среды, как соленость воды Азовского моря и Таганрогского залива.

Для сельди существуют допустимые значения солености, благоприятные для обитания. При варьировании этих показателей, соответственно, изменяется и ареал популяции [1].

Географическое положение и относительно небольшие размеры Азовского моря обуславливают высокую изменчивость солености моря [2–4]. Поскольку устойчивость к солености черноморско-азовской сельди выше, чем у большинства других проходных и полупроходных видов (для производителей лимитирующей является соленость более 35 ‰, т.е. на уровне средних показателей вод Мирового океана), осолонение вод Азовского моря не ведет к сокращению нагульного ареала *взрослых* особей данного вида. Это подтверждается результатами учетных траловых съемок, показывающих, что районом нагула сельди является практически вся акватория Азовского моря и Таганрогского залива. Несмотря на эвригалинность сельди, изменение солености оказывает существенное влияние на *молодь* (сеголетков) данного вида, обитающую в районах моря с соленостью, не превышающей 9–10 ‰. При увеличении солености до 12 ‰ плотность распределения сеголетков сельди снижается в 7 раз, при солености выше 12 ‰ они встречаются в уловах трала крайне редко.

Актуальность работы. Азовское море до недавнего времени являлось самым продуктивным в мире рыбопромысловым водоемом, что главным образом определялось благоприятными физико-географическими и гидрометеорологическими условиями, но в настоящее время оно теряет свои лидерские позиции из-за увеличения антропогенного пресса. Для регулирования промысловой нагрузки и сохранения промыслового запаса черноморско-азовской проходной сельди необходимо ежегодно получать материалы, характеризующие состояние водных биологических ресурсов. Изучением состояния рыбных ресурсов и гидрологии Азовского моря в России занимается ФГБНУ «АзНИИРХ». С 2014 г. автор принимает участие в исследованиях, проводимых АзНИИРХ.

Цель исследования – проанализировать влияние солености и водного стока на распределение черноморско-азовской проходной сельди в Азовском море.

Задачи исследования:

- проанализировать изменения распространения сельди в Азовском море и Таганрогском заливе;
- выявить влияние антропогенного изменения стока р. Дон бассейна Азовского моря на динамику солености;
- проследить за изменением солености водоема за последние годы;
- сопоставить данные о распространении сельди с изменением солености и проследить связь.

Материалы и методы исследований

Оценка численности и запаса сельди выполнены на основании данных, полученных сотрудниками АзНИИРХ в летний и осенний периоды 2006–2017 гг. в Азовском море и Таганрогском заливе по стандартной сетке станций методом прямого учета, применяемым в Азовском море с 1953 г.

Численность популяции (N) рассчитана по формуле $N = xF/fg$, где x – средний улов на станцию; F – площадь моря (района); f – площадь облова орудием лова; g – коэффициент уловистости орудия лова.

Материал по качественным характеристикам популяции сельди Азовского моря собран в марте – декабре 2006–2017 гг. в рыбопромысловых бригадах на р. Дон (тона «Оседельная», р-н Аксайского моста), в г. Керчи (Керченский пролив) и ст. Тамани, а также в летних и осенних учетных траловых съемках. Биологический анализ, промеры и статистический анализ выполнены по традиционным для отечественной науки методам.

Зоны с благоприятной соленостью рассчитывались по следующему принципу: результаты съемок наносились на карту, выделялись зоны вод одинаковой солености (изогадины проводились через 1 ‰). Для каждой из выделенных по солености зон составлялись вариационные ряды по данным отловов рыб, т.е. характеризовалась плотность популяции. Эти зоны, на которые приходилась наибольшая численность (в сумме не менее 60 ‰), рассматривались как оптимальные. За верхнюю границу для пресноводных видов рыб и за нижнюю границу благоприятной солености морских видов принима-

лась такая, за пределами которой отмечалось не более 5–10 % всей популяции данного вида. Сильно осолоненные для проходных и солоноводных видов рыб, а для морских – опресненные участки моря к ареалу не относились. Соленость, при которой учитывалось менее 1 % популяции, рассматривалась как летальная для данного вида в случае его длительного пребывания в этих условиях [5].

В работе использованы литературные данные, архивные и фондовые материалы АзНИИРХ, а также сведения, полученные при непосредственном участии авторов в полевых работах и судовых рейсах 2014–2017 гг.

Результаты и обсуждение

Анализ многолетних данных по динамике численности сельди, а также условий размножений этих рыб позволил выявить четкую корреляцию между величиной урожайности сельди, водного стока и солености [6]. После строительства Цимлянского гидроузла в 1952 г. был зарегулирован сток р. Дон, что привело к резкому сокращению весеннего половодья, снижению величины пресного стока, уменьшению скорости течения в реке почти в 4 раза (до 0,5–0,7 м/с против 2,0–2,5 м/с до зарегулирования), увеличению солености (с 9,05 до 14,2 ‰) и, следовательно, к сужению ареала распространения *молоди* сельди в Азовском море и Таганрогском заливе. Затем сооружение низконапорных гидроузлов – Николаевского, Константиновского, Кочетовского – повлекло за собой сокращение нерестового ареала сельди, низкую эффективность ее размножения и, как следствие, уменьшение величины запаса и промысловых уловов сельди [7].

После строительства Цимлянской плотины стал возможен лишь пассивный скат икры и личинок в Таганрогский залив, заканчивающийся в июле. Повышенный весенний сброс воды, наблюдающийся в Дону в многоводные годы, и обусловленное этим увеличение скорости потока улучшают условия выживания икры и личинок в русле (икра и личинки не опускаются в придонную часть потока). Значительное распреснение Таганрогского залива, отмечающееся в годы с высоким весенним паводком, увеличивает нагульные площади *молоди* сельди, откармливающейся в этом районе в течение лета [8].

В маловодные годы, наоборот, гибель икры возрастает. В силу малых расходов воды в Дону она опускается в придонный слой речного потока. Количество мертвой икры в этом горизонте в несколько раз больше, чем в вышележащих, и возрастает по мере падения скорости течения [8].

Анализ изменения солености Азовского моря позволил выделить несколько периодов с разнонаправленными тенденциями процессов осолонения, опреснения или стабилизации [4]. С 2006 г. в Азовском море наблюдается период осолонения, который продолжается и по текущий год (рис. 1). Наибольшими темпами повышения солености (0,405 ‰ в год, или 0,04 ‰ в месяц) характеризуется современный период [9].

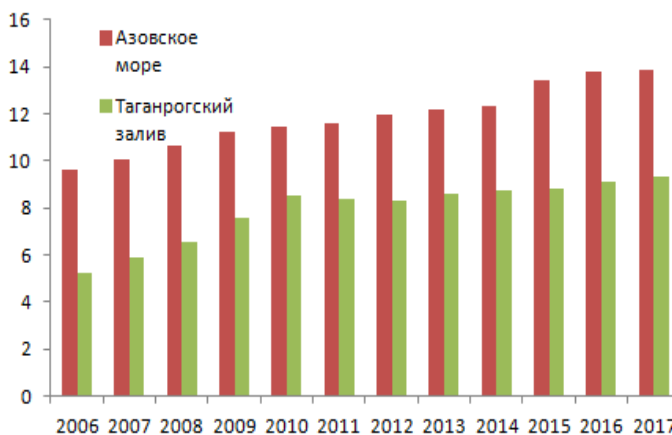


Рис. 1. Изменение солености Азовского моря и Таганрогского залива, 2006–2017 гг., ‰ (исследования проводились по стандартной сетке станций, для построения графика взяты данные среднего значения) / Fig. 1. Change in salinity of the Sea of Azov and the Taganrog Gulf, 2006-2017, ‰

В августе 2016 г. максимума солености Азовское море достигло в районе косы Арабатская стрелка – 14,06 ‰, Таганрогский залив в районе Долгих о-вов – 13,17. Средняя соленость по Азовскому морю составила 13,8 ‰, по Таганрогскому заливу – 9,08. Из-за повышения солености в Азовском море и Таганрогском заливе значительно сократился ареал личинок сельди, ограниченный изогоалиной 3 ‰, и сеголетков, обитающих в районах моря с соленостью, не превышающей 9–10 ‰. В ходе летней учетной траловой съемки на акватории моря они не были выявлены. Предположительно, *молодь* черноморско-азовской сельди находилась в распресненной прибрежной части Таганрогского залива и устье р. Дон, которые в результате траловой съемки не были учтены. Основное скопление промысловой сельди наблюдалось в южной части Азовского моря и северо-западной части Таганрогского залива. Максимум скоплений непромысловой сельди наблюдался в районе Очаковской косы, а также на юге и юго-востоке Азовского моря (рис. 2).

В августе 2017 г. максимума солености Азовское море достигло в районе Утлюкского лимана – 14,2 ‰, Таганрогский залив в районе Долгих

о-вов – 13,3. Средняя соленость по Азовскому морю составила 13,9 ‰, по Таганрогскому заливу – 9,3. Распределение черноморско-азовской проходной сельди на акватории Азовского моря и Таганрогского залива было неравномерно. Наблюдения за распределением взрослой сельди показали, что особи промысловых размеров нагуливались в западной и северо-восточной частях Азовского моря и северо-восточной части Таганрогского залива. Максимум скоплений непромысловых особей наблюдался в районе Очаковской косы, а также на юге и юго-востоке Азовского моря (рис. 3).

Исключительно важными факторами, определяющими условия среды обитания сельди Азов-

ского моря, являются размеры и положение зон с различной соленостью [3].

Площадь зоны с наиболее благоприятной для молоди рыб соленостью менее 7 ‰ в среднем за последние 50 лет составила 2,8 тыс. км². Минимальное значение этого ареала, составившего всего 0,7 тыс. км², отмечено в 1975 г., а наибольшей площади эта зона достигала в 2007 г. (4,65 тыс. км²). Средняя величина зоны с соленостью менее 9 ‰ составляет 4,33 тыс. км². Наибольшим колебаниям подвержены размеры зоны с соленостью до 11 ‰: от 2,7 (1975) до 37,8 тыс. км² (2007). Изменения площадей зон с соленостью более 12 ‰ обычно находятся в противофазе с размерами зон более низкой солености [10].

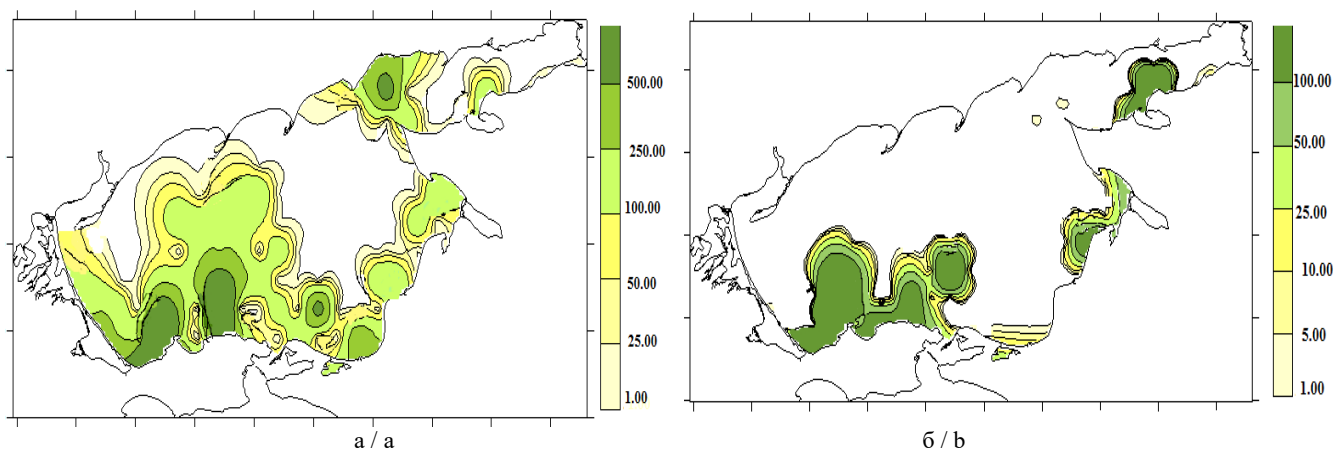


Рис. 2. Распределение черноморско-азовской проходной сельди летом 2016 г., экз./км²: а – промысловой; б – непромысловой (промысловыми считаются особи, достигшие длины 15 см, меньше 15 см – непромысловыми)
/ Fig. 2. Distribution of Black Sea-Azov pass-through herrings in the summer of 2016, specimen / km²:
a - commercial; b - non-commercial

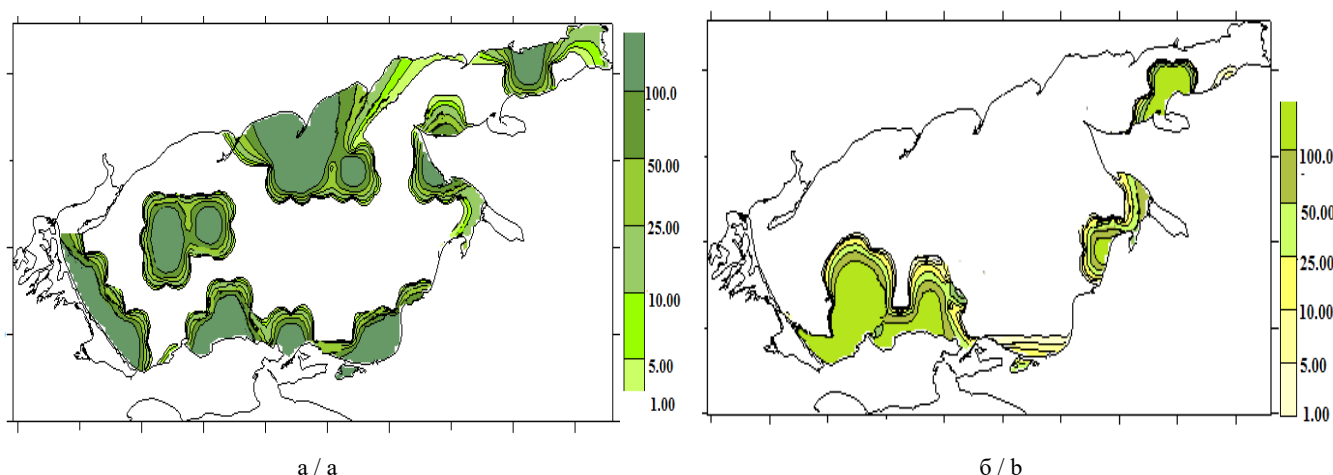


Рис. 3. Распределение черноморско-азовской проходной сельди летом 2017 г., экз./км²: а – промысловой; б – непромысловой / Fig. 3. Distribution of Black Sea-Azov pass-through herrings in the summer of 2017, specimen / km²:
a - commercial; b - non-commercial

Наблюдающееся после относительно благополучного периода сокращение запаса сельди мы связываем со снижением объема стока р. Дон и уменьшением скорости водного потока в нем, что является критичным фактором для инкубации икры данного вида и приводит к увеличению смертности икры и личинок (рис. 4).

По сравнению с 90-ми гг. численность популяции сельди значительно выросла, но с 2015 г. темпы роста начали снижаться.

На рис. 4 показана асинхронность колебаний среднегодовых значений солености со стоком и промысловым запасом.

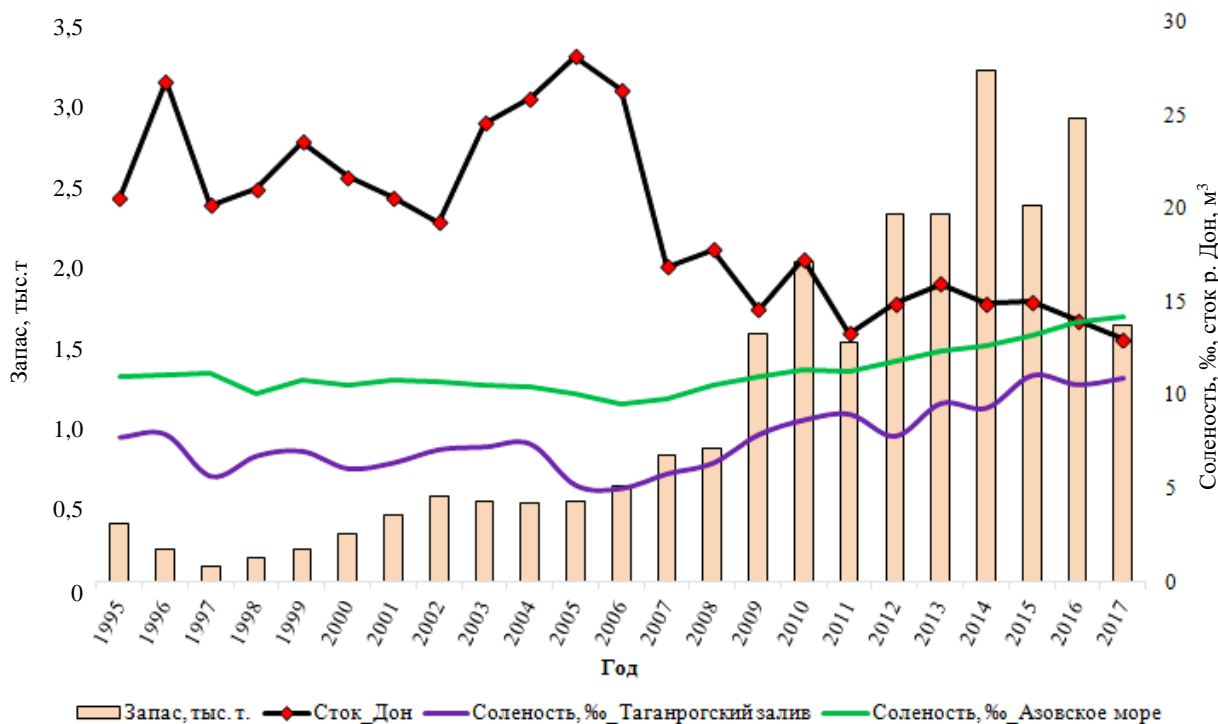


Рис. 4. Вариации запасов проходной сельди и гидрологических условий, Азовское море и Таганрогский залив, 1995–2017 гг. / Fig. 4. Variation of stocks of herrings and hydrological conditions, the Sea of Azov and the Taganrog Gulf, 1995-2017

Основные выводы

1. В результате увеличения солености на акватории Азовского моря произошло смещение ареала молоди черноморско-азовской проходной сельди в более распресненные районы (северо-восток Азовского моря и Таганрогский залив), а площади нагула проходных и полупроходных рыб сократились почти в 2 раза.

2. Наиболее благоприятными для роста и развития черноморско-азовской проходной сельди в Азовском море являются периоды стабильного гидрологического режима. В этих условиях частично сохраняются опресненные зоны вдоль северо-западного и восточного побережья.

3. Низкая весенняя водность р. Дон, характерная для последних нескольких лет, неблагоприятно отразилась на условиях естественного размножения сельди, выживании ее икры и личинок, нагула молоди. Промысловый запас сельди за последние 10 лет в среднем составил 1,9 тыс. т, т.е.

значительно ниже показателей запаса до зарегулирования стока р. Дон.

4. Современные особенности формирования режима солености Азовского моря, происходящие на фоне процессов потепления воздуха и снижения объемов материкового стока, выражаются в повышении variability пространственно-временной структуры солености.

5. При сохранении отмечаемой в последние годы тенденции климатообусловленного и антропогенного снижения водности р. Дон и активизации водообмена с Черным морем можно ожидать усиления процессов осолонения моря и расширения зоны с соленостью выше 12 ‰, которые приведут к ухудшению гидроэкологического режима Азовского моря в целом.

6. Наряду с этим крайне негативным фактором, лимитирующим не только формирование благоприятного режима солености, но и возможность естественного воспроизводства, является отсутствие на Дону с 1994 г. весенних попусков, соответствующих требованиям рыбного хозяйства.

Литература

1. Куропаткин А.П. Ретроспективные изменения и прогноз пространственной структуры поля солёности Азовского моря // Среда, биота и моделирование экологических процессов в Азовском море. Апатиты: Мурманский морской биол. ин-т КНЦ РАН, 2001. С. 72–77.

2. Гаргона Ю.М. Крупномасштабные изменения гидрометеорологических условий формирования биопродуктивности Азовского моря : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Мурманск, 2003. 34 с.

3. Федоров Ю.А. Стабильные изотопы и эволюция гидросферы. М.: Истина, 1999. 370 с.

4. Федоров Ю.А., Беляев А.Г. Биогенные вещества в зоне смешения река Дон – Азовское море. Ростов н/Д.: ИнфоСервис, 2004. 108 с.

5. Аведикова Т.М., Баландина Л.Г., Воловик С.П., Иванченко И.Н., Корнеев А.А., Кукарина Л.В., Луц Г.И., Рогов С.Ф. Влияние океанографических факторов на воспроизводство и распределение проходных и полупроходных видов рыб Азовского моря // Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Л.: Гидрометеоздат, 1991. Т. 5. С. 209–215.

6. Кузнецова И.Д. Влияние изменения солёности на распространение проходных, полупроходных и морских видов рыб в Азовском море // Географы в годы войны и мира : сб. тр. М.: Перо, 2015. С. 648–652.

7. Кузнецова И.Д., Чепурная Т.А. Географические закономерности распределения и динамика промыслового запаса черноморско-азовской проходной сельди // Актуальные проблемы наук о Земле : сб. тр. II науч. конф. Ростов н/Д.: Изд-во ЮФУ, 2016. С. 174–177.

8. Могильченко В.И. Состояние запасов азово-донских сельдей и возможные их изменения при некоторых водохозяйственных мероприятиях // Тр. АзНИИРХ. 1972. Вып. 10. 190 с.

9. Куропаткин А.П., Жукова С.В., Шишкин В.М., Бурлачко Д.С., Карманов В.Г., Лутынская Л.А., Фоменко И.Ф., Подмарева Т.И. Изменение солёности Азовского моря // Вопросы рыболовства. 2013. Т. 14, № 4 (56). С. 666–673.

10. Куропаткин А.П. Особенности гидрологического режима и рыбопродуктивность Азовского моря // Проблемы современной гидрометеорологии и геоэкологии. Ростов н/Д.: РГГМУ, 2007. С. 89–92.

References

1. Kuropatkin A.P. [Retrospective changes, and forecast the spatial structure of the salinity field of the Azov

sea]. *Sreda, biota i modelirovanie ekologicheskikh protsessov v Azovskom more* [Environment, biota and modelling of ecological processes in the sea of Azov]. Apatity: Murmanskii morskoi biol. in-t KNTs RAN, 2001, pp. 72–77.

2. Gargopa Yu.M. *Krupnomasshtabnye izmeneniya gidrometeorologicheskikh uslovii formirovaniya bioproduktivnosti Azovskogo morya* : avtoref. dis. ... d-ra geogr. nauk [Large-scale changes in hydrometeorological conditions of formation of biological productivity of the Azov sea]. Murmansk, 2003, 34 p.

3. Fedorov Yu.A. *Stabil'nye izotopy i evolyutsiya gidrosfery* [Stable isotopes and evolution of the hydrosphere]. Moscow: Istina, 1999, 370 p.

4. Fedorov Yu.A., Belyaev A.G. *Biogennye veshchestva v zone smesheniya reka Don – Azovskoe more* [Nutrients in the zone of mixing the river Don - Azov sea]. Rostov-on-Don: InfoServis, 2004, 108 p.

5. Avedikova T.M., Balandina L.G., Volovik S.P., Ivanchenko I.N., Korneev A.A., Kukarina L.V., Luts G.I., Rogov S.F. *rya* [Influence of oceanographic factors on the reproduction and distribution of anadromous and semi-anadromous fish species of the Azov sea]. *Gidrometeorologiya i gidrokhimiya morei SSSR* [Hydrometeorology and hydrochemistry of the USSR seas]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1991, vol. 5, pp. 209–215.

6. Kuznetsova I.D. [The influence of changes in salinity on the distribution of migratory, semi-migratory and marine fish species in the sea of Azov]. *Geografy v gody voyny i mira* [Geographers during the war and peace]. Proceedings. Moscow: Pero, 2015, pp. 648–652.

7. Kuznetsova I.D., Chepurnaya T.A. [Geographical regularities of distribution and dynamics of commercial stock of the Black sea - Azov herring]. *Aktual'nye problemy nauk o Zemle* [Actual problems of Earth sciences]. Proceedings of the II Scientific Conference. Rostov-on-Don: Izd-vo YuFU, 2016, pp. 174–177.

8. Mogil'chenko V.I. *Sostoyanie zapasov azovodonskikh sel'dei i vozmozhnye ikh izmeneniya pri nekotorykh vodokhozyaistvennykh meropriyatiyakh* [State of reserves of Azov - Don herring and their possible changes in some water management activities]. *Tr. AzNIIRKh*. Rostov-on-Don, 1972, Iss. 10, 190 p.

9. Kuropatkin A.P., Zhukova S.V., Shishkin V.M., Burlachko D.S., Karmanov V.G., Lutynskaya L.A., Fomenko I.F., Podmareva T.I. *Izmenenie solenosti Azovskogo morya* [Change of salinity of Azov sea]. *Voprosy rybolovstva*. 2013, vol. 14, No. 4 (56), pp. 666–673.

10. Kuropatkin A.P. [Features of the hydrological regime and fish production of the Azov sea]. *Problemy sovremennoi gidrometeorologii i geoekologii* [Problems of modern hydrometeorology and geoecology]. Rostov-on-Don: RGGMU, 2007, pp. 89–92.